

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی

عنوان:
مطالعه شرایط زیستی خلیج گرگان

مجری:
حسن محمدخانی

شماره ثبت
۵۱۳۰۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی

عنوان طرح/ پروژه: مطالعه شرایط زیستی خلیج گرگان
شماره مصوب پروژه: ۸۹۲۰۰-۸۹۱۸-۱۲-۷۷-۱۴
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : حسن محمدخانی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -
نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : حسن محمدخانی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : احمد حامی طبری، طاهر پورصوفی، سیده آیناز شیرنگی، بهروز منصوری،
حمید طاهری شهرآیینی، حسین پیری، رضا پورغلام ویشکایی
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : حسین نگارستان، رسول قربانی
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) :
محل اجرا: استان گلستان
تاریخ شروع : ۸۹/۷/۱
مدت اجرا: ۲ سال و ۷ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۶
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ
بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح/پروژه: مطالعه شرایط زیستی خلیج گرگان

کد مصوب: ۸۹۲۰۰-۸۹۱۸-۱۲-۷۷-۱۴

شماره ثبت (فروست): ۵۱۳۰۷ تاریخ: ۹۵/۱۲/۱۲

با مسئولیت اجرایی جناب آقای حسن محمدخانی دارای مدرک
تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته شیلات می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ
۹۵/۶/۲۴ مورد ارزیابی و بارتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □

با سمت رئیس بخش اکولوژی منابع آبی در مرکز تحقیقات ذخایر
آبزیان آبهای داخلی مشغول بوده است.

عنوان	فهرست مندرجات»	صفحه
چکیده		۱
۱- مقدمه		۲
۲- مواد و روش کار.....		۵
۲-۱- مختصات جغرافیایی و نقشه منطقه		۵
۳- نتایج		۹
۳-۱- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در خلیج گرگان.....		۱۴
۳-۲- مقایسه همبستگی داده ها		۱۶
۴- بحث		۱۹
۴-۱- ویژگیهای فیزیکوشیمیایی.....		۱۹
پیشنهادها.....		۲۷
منابع		۲۸
چکیده انگلیسی		۳۱

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute - Inland Waters Aquatics
Resources Research Center

Project Title :

Study on biological status of the Gorgan Bay

Project Researcher :

Hassan Mohamadkhani

Register NO.

51307

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی وضعیت خلیج گرگان از نظر تروفی، توان تولید و شناخت شرایط زیستی طبیعی حاکم بر آن، از شهریور ۱۳۹۰ آغاز و تا مهر ماه ۱۳۹۱ در ۱۹ ایستگاه انجام پذیرفت. با توجه به نقشه های تهیه شده از مرز آب، عمق و بستر خلیج، سطح و حجم کنونی این خلیج به ترتیب ۴۶۶ کیلومتر مربع و ۹۰۵.۳۳ میلیون متر مکعب محاسبه گردید. فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب (شامل: دمای آب، EC، شوری، شفافیت، اکسیژن محلول، اکسیژن خواهی بیولوژیکی، PH، آمونیاک، نترات، سختی کل، قلیائیت کل، فسفات) مورد بررسی و سنجش قرار گرفت. بامطالعه جوامع کفزیان در این منطقه، ۳ شاخه اصلی، ۶ رده، ۱۲ راسته و ۱۲ خانواده شناسایی گردیدند. در بررسی شاخص بیانگر تروفیکی فسفر کل (Trophic State Index)، دامنه تغییرات از حداقل ۳۷ در اسفندماه تا حداکثر ۶۵ در شهریور و میزان میانگین سالانه آن معادل ۵۳ تعیین گردید. با توجه به میانگین شاخص تروفیکی (TSI) در ماههای مختلف، در ۵ ماه از سال (فروردین، اردیبهشت، تیر، مرداد و بهمن) وضعیت یوتروفی و در ۷ ماه باقی (خرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر، دی، و اسفند) شرایط مزوتروفی در خلیج حاکم است. بر اساس محاسبات انجام شده حداقل و حداکثر توان تولید زیستی در خلیج به ترتیب معادل ۹۲/۲۶ و ۷۰۰/۶۶ کیلوگرم در هکتار در ماههای آبان و تیر و میانگین سالانه آن برابر ۱۹۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

کلمات کلیدی: خلیج گرگان، تروفی، توان تولید

۱- مقدمه

جایگاه پهنه‌های آبی در حیات بشر انکار ناپذیر است. خلیج‌ها از جمله پهنه‌های آبی با اهمیت و اکوسیستم‌های بسیار حساس و شکننده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران می‌باشند که نقش بسیار ارزنده‌ای در توسعه جوامع ساکن حاشیه خود دارند و آثار حیات بخش آنها به طور غیرمستقیم تا مناطق دوردست نیز قابل مشاهده است. در شرایط کنونی که با کم‌آبی ناشی از خشکسالی و کاهش بارش در کشور روبرو هستیم حفظ و مدیریت پهنه‌های آبی از جمله خلیج‌ها و تالابها ضروری به نظر می‌رسد.

اهمیت محیطی خلیج‌ها و تالابها از جمله مسائلی است که انجام مطالعات را برای اهداف مختلف زیست محیطی، آبرزی پروری، گردشگری، اقتصادی و ... ضروری می‌سازد.

خلیج گرگان از اکوسیستم‌های نادر کشور است که از نظر اکولوژیک، اقتصادی، پژوهشی، آموزشی و گردشگری واجد ارزشهای قابل ملاحظه در مقایسه با سایر منابع آبی کشور است. اگرچه خلیج گرگان و شبه جزیره میانکاله به عنوان محدوده زیستی حفاظت شده درآمده ولی وجود صید بی‌رویه و بی‌موقع، افزایش ورود فضولات شهری، صنعتی، دامداری و کشاورزی از یک سو و لزوم بهره‌برداری بیشتر از منابع غذایی این پهنه‌های آبی برای جمعیت فزاینده کشور با توجه به اهمیت زیست محیطی خلیج گرگان از سوی دیگر از جمله مسائلی است که لزوم توجه بیشتر و انجام پژوهش‌های افزون‌تر در خصوص منابع خلیج گرگان و شبه جزیره میانکاله را توجیه می‌کند.

خلیج گرگان بین عرض جغرافیایی ۴۵°، ۳۷°، ۳۶° و طول جغرافیایی ۵۴°، ۵°، ۵۳° واقع شده است. مساحت کلی آن بیش از ۴۰۰ کیلومتر مربع است که به شکل سه گوش بوده و طول آن حدود ۶۰ کیلومتر و بیشترین پهنای آن ۱۲ کیلومتر است.

اتصال خلیج با دریا در گذشته بوسیله ۴ کانال بوده ولی امروزه تنها یک کانال وجود دارد. دهانه خلیج باریک و اندازه آن حدود ۷۰۰ متر است که در جهت شرق با دریا ارتباط دارد. مهمترین رودخانه‌هایی که به خلیج گرگان می‌ریزند عبارتند از: قره سو در شرق، گز، نوکنده، باغو در جنوب شرقی، خورشید کلاه و پاسنده سار. به غیر از رودخانه‌های قره سو و گز بقیه مسیل‌هایی هستند که به علت موقتی بودنشان در رابطه با خلیج از ارزش اکولوژیک کمتری برخوردارند. آب شیرین وارده به خلیج فقط ۰/۰۱۲ از کل آب خلیج را تشکیل می‌دهد (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸).

مطالعه و بررسی خلیج گرگان با هدف شناسایی خلیج و عوامل محیطی تشکیل دهنده آن بمنظور شناخت و برآورد ذخایر آبریزان و بهره‌برداری بهینه در سال ۱۳۶۶ توسط مهندسین مشاور یکم و شناسایی خلیج از نظر ذخایر و بستن (کنترل) دهانه‌ها برای پرورش ماهی کلمه و سفید (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۶)، پروژه شناسایی خلیج گرگان و عوامل محیطی موثر بر این اکوسیستم به منظور شناخت و بهره‌برداری معقول از آن انجام شد که در این مطالعه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب شناسایی و تعیین تراکم پلانکتونها، گیاهان آبرزی،

موجودات کفزی و ماهیان خلیج گرگان مورد بررسی قرار گرفت (لالوئی، ۱۳۶۸). طرح توسعه خلیج گرگان توسط شرکت جنرال کره شمالی (۱۹۸۹) با هدف بررسی موقعیت زمین شناختی خلیج گرگان، شرایط جوی و هیدرولوژیک، وضعیت بستر، کیفیت آب و هم چنین پیشنهاد هایی در زمینه تکثیر و پرورش ماهی، اسکله سازی، حفاظت محیط و مناطق توریستی و تفریحی ارائه گردید (عاشور محمدی، ۱۳۶۹). در سالهای ۱۳۷۴-۱۳۷۳ مطالعه ای تحت عنوان بررسی اکوسیستم خلیج گرگان با توجه به ظرفیتهای شیلانی آن صورت گرفت که در قسمتی از این مطالعه شناسایی و تعیین ترکیب گونه و زیتوده زئو پلانکتونهای خلیج با توجه به عمق و درجه حرارت و ارتباط خلیج با محل ورود و خروج آب دریای خزر و رودخانه ها (قره سو و گز) بررسی گردید (روحی، ۱۳۷۶). مطالعه ای نیز تحت عنوان "شناسایی اکوسیستمهای تالابی و رودخانه های استان گلستان" در سال ۱۳۷۸ توسط کیابی صورت پذیرفت که در آن وضعیت فیزیکیو شیمیایی آب خلیج، گیاهان آبرزی، ماهیان، پرندگان و جانداران کف زی بررسی گردید (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸). در مطالعه جامع اکولوژیک خلیج گرگان- فاز اول (تعیین و پراکنش میگوهای دریای خزر در دریا و خلیج گرگان) به شناسایی گونه های میگوی پالمون *Palaemon adspersus* و *Palaemon elegans* و فراوانی طول و وزن، پراکنش و زیتوده آنها در خلیج گرگان و حوزه جنوب شرقی دریای خزر پرداخته شده است (محمد خانی و همکاران، ۱۳۸۴). در تحقیقی دیگر با عنوان بررسی جامع اکولوژیک خلیج گرگان- فاز دوم (با تاکید بر رودخانه ها و تالابهای مهم حوزه جنوبی دریای خزر) بررسی های مربوط به ایکتیوپلانکتون، فیتوپلانکتون، کفزیان و فاکتورهای هیدروشیمی در خلیج گرگان صورت گرفت (محمد خانی و همکاران، ۱۳۸۹). طرح بررسی دانه بندی و هیدروبیولوژی مناطق توسعه pen و cage در خلیج گرگان که توسط آقای بندانی در خلیج گرگان صورت گرفت که در آن به بررسی وضعیت پارامترهای فیزیکیو شیمیایی و بررسی موجودان کفزی و نهایتا مطالعات دانه بندی رسوبات بستر پرداخته است (بندانی و همکاران، ۱۳۸۴). پروژه شناسایی و بررسی بیولوژیک گاو ماهیان خلیج گرگان در غالب پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد توسط آقای کیمرام در سال ۱۳۷۳ در خلیج گرگان انجام پذیرفت. مطالعه و بررسی پیشینه و حال آلاینده ها از طریق آنالیز رسوبات مغزی در نوار ساحلی دریای خزر (مطالعه موردی- خلیج گرگان) در غالب رساله دکتری با هدف بررسی آلاینده ها در خلیج با استفاده از تعیین غلظت عناصر سنگین، بررسی نوع پیوندهای فلزی با فاز رسوبات، بررسی نرخ رسوب گذاری، تعیین فرآیند یوتروفیکاسیون و نیز بررسی تغییرات اقلیمی از پاییز ۱۳۸۰ تا تابستان ۱۳۸۳ انجام گردید (امیر نژاد، ۱۳۸۴). و نهایتاً پروژه بررسی امکان پرورش بچه ماهی کپور دریایی در شرایط محصور در خلیج گرگان تا سن بلوغ (مولد سازی) توسط آقای عقیلی از سال ۱۳۸۹ شروع و در حال انجام است. با توجه به موارد فوق و ضرورت کنترل و بررسی مداوم وضعیت اکوسیستم خلیج گرگان بعنوان مهمترین پهنه آبی سواحل جنوب شرق دریای خزر، همسو بودن این تحقیق با وظیفه مندی مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی گرگان، و نقش مطالعات آبهای داخلی در شناخت و چگونگی استفاده از پتانسیل های منابع آبهای داخلی، این مطالعه با هدف

تعیین توان تولید خلیج گرگان بمنظور شناخت شرایط زیستی حاکم بر خلیج و تعیین ظرفیت اکولوژیک آن جهت امکان سنجی بهره برداری بهینه از این منبع آبی انجام گرفت.

۲- مواد و روش ها

کار جمع آوری اطلاعات اولیه و هماهنگی با سازمانها جهت ورود به خلیج گرگان از مهر ماه ۱۳۸۹ شروع و سپس فعالیت تعیین ایستگاه و نمونه برداری از شهریور ۱۳۹۰ شروع و تا مهر ماه ۱۳۹۱ در ۱۹ ایستگاه ادامه یافت.

جهت بررسی جوامع بنتیکی در هر ایستگاه ۳ بار نمونه برداری با Van Veen Grab با ابعاد (۱۶ × ۱۶ cm) و مساحت ۲۵۶ سانتی متر مربع بطور ماهانه برداشته شد. محتویات هر بار برداشت در الک با اندازه ۳۰۰ میکرون در همان محل نمونه برداری ریخته و شستشو داده شد. سپس محتویات باقیمانده در الک به ظروف پلاستیکی درب دار منتقل و بعد از فیکس کردن با فرمالین ۴٪ به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه ها در آزمایشگاه به الک ۳۰۰ میکرونی منتقل و شستشو داده شد و نهایتاً در سینی تشریح تخلیه و کار جداسازی نمونه ها در زیر لوپ و یا مستقیماً توسط چشم، انجام و در پایان شناسایی تا حد خانواده، تعیین تعداد و توزین زیتوده (توسط ترازوی ۰/۰۰۰۱ گرم) صورت گرفت. جهت تعیین برخی فاکتورهای فیزیکو شیمیایی در ایستگاههای مربوطه از دستگاه مولتی پارامتر (HATCH - 330I) و برای سنجش BOD5 از دستگاه (WTW - OXI TOP6) استفاده گردید.

۲-۱- مختصات و نقشه منطقه مورد مطالعه



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه ترازسنجی آشوراده

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاهها در خلیج گرگان

ایستگاه	عرض	طول
۱	۳۶ ۵۳ ۲۹	۵۴ ۰۲ ۰۰
۲	۳۶ ۵۰ ۰۰	۵۴ ۰۱ ۳۶
۳	۳۶ ۵۳ ۰۷	۵۴ ۰۰ ۰۹
۴	۳۶ ۵۱ ۰۰	۵۴ ۰۰ ۰۰
۵	۳۶ ۵۴ ۰۰	۵۳ ۵۷ ۰۰
۶	۳۶ ۵۳ ۰۰	۵۳ ۵۸ ۰۰
۷	۳۶ ۴۹ ۰۰	۵۳ ۵۸ ۰۰
۸	۳۶ ۵۱ ۰۰	۵۳ ۵۶ ۰۰
۹	۳۶ ۵۳ ۰۰	۵۳ ۵۴ ۰۰
۱۰	۳۶ ۴۸ ۰۰	۵۳ ۵۴ ۰۰
۱۱	۳۶ ۵۱ ۰۰	۵۳ ۵۲ ۲۰
۱۲	۳۶ ۵۲ ۳۳	۵۳ ۵۰ ۰۰
۱۳	۳۶ ۴۸ ۰۰	۵۳ ۵۰ ۰۰
۱۴	۳۶ ۵۱ ۲۸	۵۳ ۴۷ ۴۵
۱۵	۳۶ ۵۲ ۰۰	۵۳ ۴۵ ۰۰
۱۶	۳۶ ۴۸ ۰۰	۵۳ ۴۵ ۰۰
۱۷	۳۶ ۵۱ ۰۰	۵۳ ۴۳ ۰۰
۱۸	۳۶ ۵۱ ۰۰	۵۳ ۴۰ ۰۰
۱۹	۳۶ ۴۹ ۰۰	۵۳ ۴۰ ۰۰

برای محاسبه وضعیت زیستی (توان تولید) ماهیانه، سالانه و ارزش آنها در ایستگاههای تعیین شده از روش Pantle (1955 & Buch) جهت محاسبات استفاده گردید. که در این فرمول N فراوانی غذا و Z وضعیت کیفی آب می باشد (احمدی، ۱۳۷۸).

$$\text{Kg/h} = N \times 20 / Z$$

جدول ۲: کلاسه بندی دریاچه ها بر اساس تولید، طبقه بندی کیفی آب و وضعیت زیستی به روش بوئرو ارزش گذاری نمونه ها

جدول ارزش گذاری نمونه ها		جدول طبقه کیفی آب و معادل وضعیت زیستی به روش بوئر		کلاسه های دریاچه ها بر اساس تولید کیلوگرم در هکتار در سال	
ارزش فراوانی	تعداد	طبقه کیفی آب	وضعیت زیستی		کلاسه
۱	نمونه ها با فراوانی منفرد	Oligo	۱-۱/۵	۱۸۰-۸۰	کلاسه I
۲	نمونه ها با فراوانی متوسط (۷-۲۰ عدد)	β -meso	۱/۵-۲/۵	۸۰-۴۰	کلاسه II
۳	نمونه ها با فراوانی زیاد (۲۰-۷۰)	α -meso	۲/۵-۳/۵	۴۰-۲۰	کلاسه III
۴	نمونه ها با فراوانی خیلی زیاد (بیش از ۲۰ عدد)	Poly	۳/۵-۴	۲۰-۱۰	کلاسه IV

به منظور تعیین وضعیت تروفي، فسفات کل اندازه گیری شد که برای این کار ابتدا پلی فسفات ها و ترکیبات فسفات آلی آب هیدرولیز اسیدی و به ارتوفسفات تبدیل شده و پس از هیدرولیز در اسید سولفوریک (۰/۱۵ مولار) و هضم توسط پر سولفات آمونیم (۵ درصد) غلظت فسفر محلول به روش اسید آسکوربیک، ایجاد رنگ توسط معرف هپتامولیدات آمونیم در محیط اسیدی و رنگ سنجی در ۸۸۲ نانومتر اندازه گیری شد (Wetzel, 2000). شاخص TSI ابزاری سودمند است که توسط آقای کارلسون جهت بیان ساده ترکیفیت آب و مشخص نمودن کلاس دریاچه از لحاظ اتریفیکاسیون ارائه شده که مقادیر مربوط به شاخص تروفي کارلسون (TSI) مبتنی بر فسفات کل از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید (Carlson and Simpson, 1996; Carlson, 1976).

$$TSI(TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه $TSI(TP)$: شاخص بیانگر تروفيکی فسفر کل، TP: فسفر کل، $\ln(TP)$: لگاریتم نپیرین فسفر کل که میزان فسفر کل بر حسب میکروگرم در لیتر میباشد. با استفاده از این ارتباط شاخص تروفيکی آب بر اساس فسفر کل در ایستگاههای مورد مطالعه در یک دوره یکساله محاسبه شد و بر اساس آن و با کمک جدول (۳) آب خلیج گرگان از نظر اتریفیکاسیون طبقه بندی گردید.

جدول شماره ۳: شرایط تغذیه گرای بر اساس میزان شاخص TSI (Carlson, 1996)

TSI	شرایط دریاچه یا خلیج
کمتر از ۳۵	اولیگوتروفیک
۳۵-۵۵	مزوتروفیک
بیش از ۵۵	یوتروفیک
بیش از ۷۰	هیپر یوتروفیک

برای نقشه کل کنتورهای خلیج با ترکیب خطوط ترازى که با استفاده از داده‌های عمق بدست آمده از عملیات هیدروگرافی در محیط GIS نرم افزار ILWIS ترسیم شده و خطوط مرز آب و داغاب ۲۰ ساله که با نقشه برداری زمینی و استفاده از تصاویر Google Earth و ILWIS استخراج شده بودند، نقشه کل کنتورهای خلیج در محیط GIS ایجاد شد.

برای استخراج نقشه ارتفاع بستر کف خلیج با درون یابی کل کنتورهای بدست آمده از خلیج در محیط نرم افزار ILWIS با روش Contour interpolation، نقشه ارتفاع بستر کف خلیج استخراج شد. اندازه مساحت هر پیکسل نقشه ارتفاع بستر خلیج برابر با مساحت یک پن کالچر (۵۰۰ مترمربع) در نظر گرفته شد. سپس با انتقال نقشه ارتفاع کف از محیط ILWIS به محیط MATLAB، نقشه عمق خلیج گرگان در محیط MATLAB استخراج شد. برای محاسبه سطح و حجم کنونی خلیج گرگان، از ایستگاه تراز آشوراده که در شمال شرقی خلیج گرگان با مختصات ۵۴ درجه و ۱ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی قرار دارد و هر ۳۰ دقیقه تراز آب خلیج و عمق را نشان می دهد استفاده گردید. با داشتن داده‌های تراز ایستگاه آشوراده و ورود نقشه بستر کف خلیج به محیط نرم افزار MATLAB و نوشتن برنامه‌ای با استفاده از این نرم افزار، سطح و حجم کنونی خلیج در ترازهای مختلف استخراج گردید. در ادامه منحنی‌های نمودارهای تراز-حجم، تراز-سطح و حجم - سطح خلیج با استفاده از برنامه مذکور ترسیم شدند. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و رسم نمودارها از نرم افزارهای Excell و SPSS استفاده شد.

۳- نتایج

خلیج گرگان تحت شرایط جزر و مدی نیست چون تغییرات تراز آب کم است ولی همین تغییرات کم تراز آب، باعث ناماندگاری در شرایط هیدرودینامیکی خلیج گرگان می شود. شرایط ناماندگار در یک خلیج می تواند به شکل های مختلفی مثل تئوری موج سینماتیکی، پخشنده (Diffusive) و کاملاً دینامیکی بیان شود که بر حسب شرایط خلیج، می تواند یک نوع از تئوری های مذکور برای مدلسازی هیدرودینامیکی مورد استفاده قرار گیرد. شرایط ناماندگار حاکم بر خلیج گرگان شرایط کاملاً دینامیکی است.

داده های عمق تماماً نسبت به سطح لحظه ای آب دریا بودند. بنابراین ضرورت داشت که تراز سطح آب نیز نسبت به یک مبنای ثابت سنجیده شود. از اینرو تراز سطح آب نسبت به یک ایستگاه ترازبایی دقیق سازمان نقشه برداری کشور که نزدیک به خلیج گرگان بود اندازه گرفته شد تا در انتهای عملیات عمق یابی تمامی اطلاعات عمق نسبت به یک سطح مبنا بدست آید.

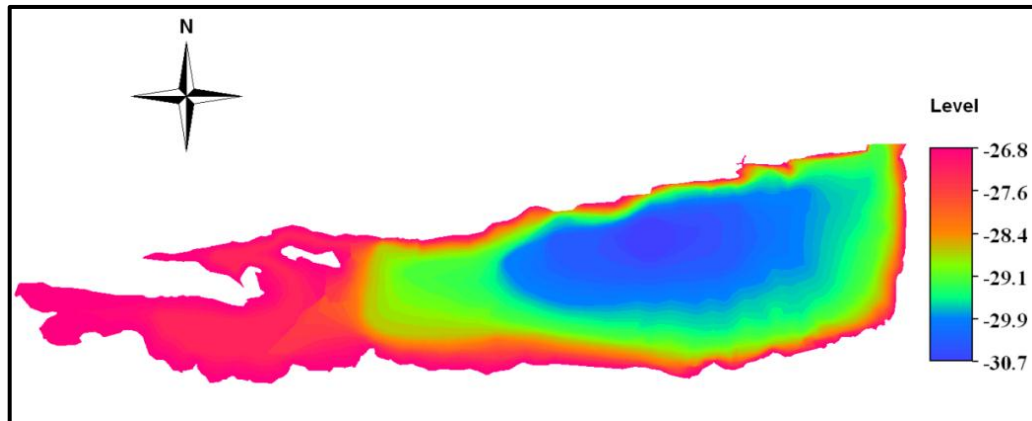
برای عمق سنجی، پس از وارد کردن نقاط مرزی و داده های تراز کف خلیج به محیط نرم افزار مایک اقدام به درونیابی داده های تراز شده و بدین ترتیب نقشه تراز آب خلیج گرگان در محیط MIKE21 ساخته می شود. مدلسازی ریاضی هیدرودینامیکی به طور کلی به دو دسته مدل های ماندگار (Steady) و ناماندگار (Unsteady) تقسیم میشوند. در مدل های ماندگار با گذشت زمان تغییری در دبی، تراز یا سرعت یک مقطع رخ نمی دهد. ولی در مدل های ناماندگار بر خلاف مدل های ماندگار، دبی، تراز و سرعت در یک مقطع می تواند نسبت به زمان تغییر کند.

در نتیجه انجام عملیات هیدروگرافی و نقشه برداری زمینی مرز آب و داغاب ۲۰ ساله خلیج گرگان با استفاده از نرم افزارهای MATLAB، ILWIS و Google Earth، بدست آمد (شکل ۲).



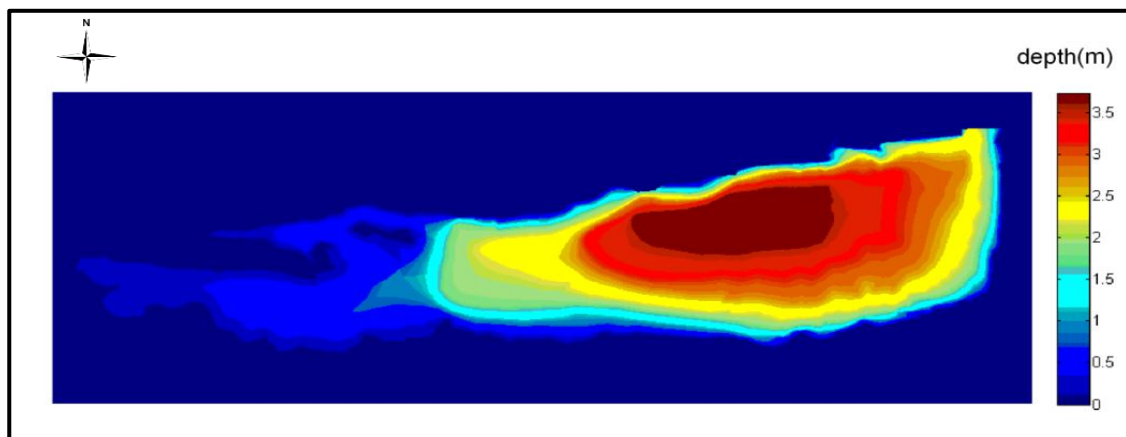
شکل ۲ - مرز آب خلیج گرگان در سال ۲۰۱۲

در ادامه با درون یابی در محیط نرم افزار ILWIS، نقشه بستر کف خلیج استخراج گردید (شکل ۳).



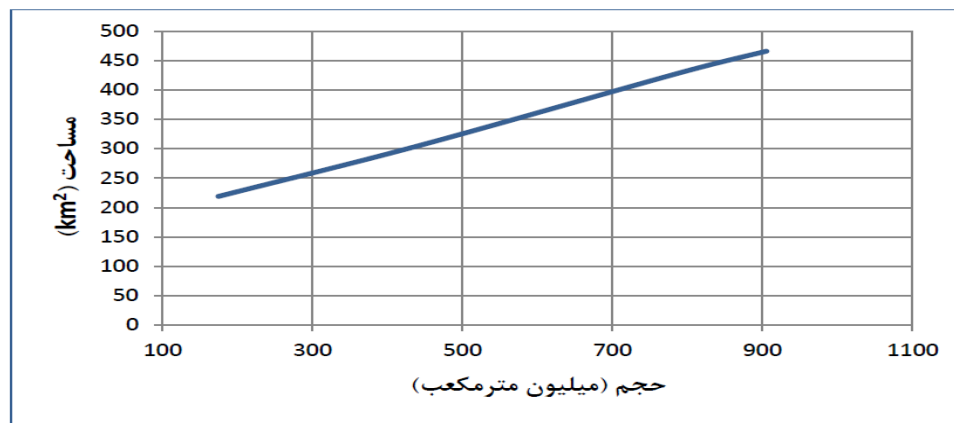
شکل ۳ - نقشه ارتفاع کف بستر

در این شکل ارتفاع کف بستر خلیج از حداقل ۳۰/۷- تا حداکثر ۲۶/۸- بدست آمد که نشان دهنده اختلاف کف بستر خلیج با کف بستر دریا‌های آزاد می باشد. سپس با تهیه نقشه عمق مناطق مختلف خلیج گرگان حداکثر عمق تا ۳/۵ متر تعیین گردید بطوریکه میانگین عمق در مناطق نمونه برداری ۲ متر بوده است (شکل ۴).



شکل ۴ - نقشه عمق خلیج

با ورود نقشه ارتفاع بستر کف خلیج به محیط نرم افزار MATLAB، سطح و حجم کنونی خلیج گرگان به ترتیب ۴۶۶ کیلومتر مربع و ۹۰۵/۳۳ میلیون متر مکعب محاسبه شده که در شکل ۵ نمایش داده شده اند.



شکل ۵ - نمودار حجم - سطح خلیج گرگان

در نتیجه بررسی جوامع کفزیان خلیج گرگان (ماکروبتوزها) ۳ شاخه اصلی (Annelidae، Mollusca و Arthropoda) و ۶ رده (Polychaeta, Crustacea, Insecta, Bivalvia, Oligochaeta), Gastropoda و ۱۲ راسته و ۱۲ خانواده شناسایی گردیدند (جدول ۶ و ۷).

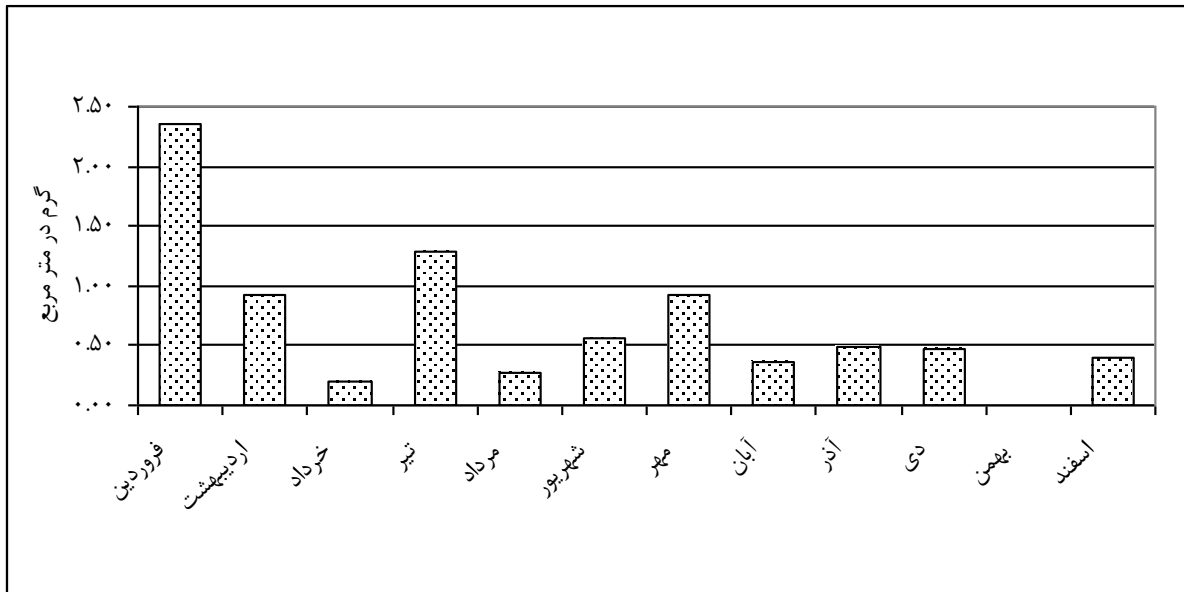
جدول ۶ - محاسبه زیتوده کفزیان بر حسب گرم در متر مربع در ماههای سال ۱۳۹۰

شاخه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
Annelidae	۲/۳۵	۰/۹۲	۰/۱۹	۱/۲۹	۰/۲۷	۰/۵۶	۰/۹۳	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۴۸	۰/۰۱	۰/۴۰
Arthropoda	۴/۲۳	۱/۶۵	۲/۷۹	۴/۱۸	۲/۴۴	۲/۲۵	۱/۹۱	۰/۸۴	۱/۹۵	۲/۲۰	۰/۸۲	۰/۰۷
Mollusca	۲۴/۲۰	۱۷/۷۰	۱۴/۱۰	۲۵/۳۰	۱۶/۲۲	۲۲/۱۹	۲۵/۵۸	۲۱/۲۲	۳۱/۶۰	۳۱/۲۰	۲۸	۱۶/۴۰
مجموع	۳۰/۷۸	۲۰/۲۷	۱۷/۰۹	۳۰/۷۷	۱۸/۹۴	۲۵	۲۸/۴۲	۲۲/۴۳	۳۴/۰۴	۳۳/۸۷	۲۸/۸۲	۱۶/۸۷

جدول ۷ - محاسبه زیتوده کفزیان بر حسب گرم در متر مربع در ماههای سال

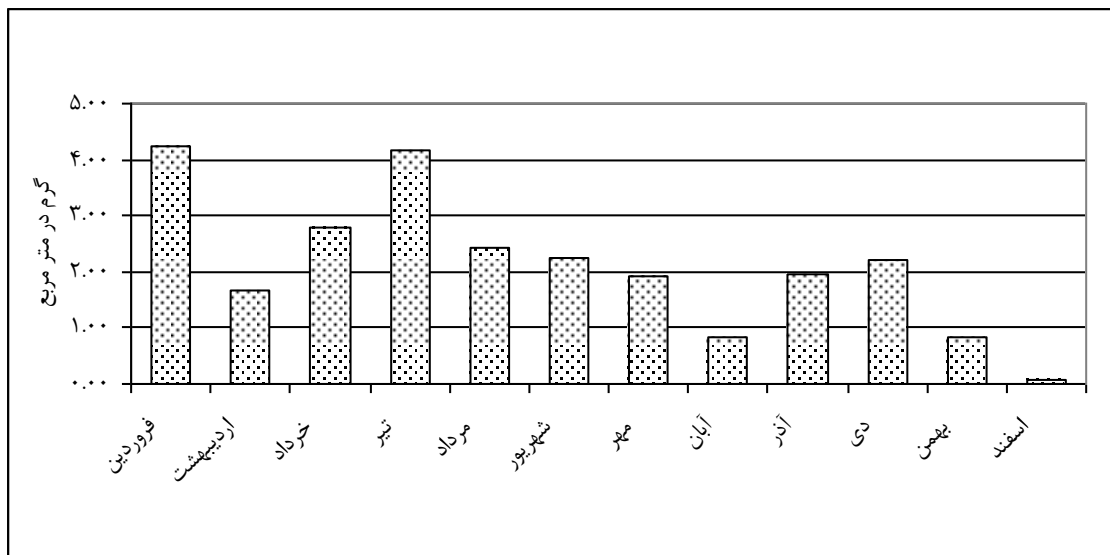
شاخه	رده	راسته	خانواده	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
Annelidae	Oligochaeta	Clitellata	Tubificidae	۰/۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		Haplotaxidae	Nadidea	۰/۲۸	۰/۰۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۳
	Polychaeta	Aciculata	Nereidae	۰/۵۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۹	۰	۰/۱۲
		Canalipalpata	Ampharetidae	۱/۵۰	۰/۸۳	۰/۱۶	۱/۱۲	۰/۰۹	۰/۲۲	۰/۸۷	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۲۵
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	۰/۰۱	۰/۸۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۳	۰	۰/۰۶
		Mysida	Balanidea	۳/۷۰	۰	۲/۷۹	۴/۱۸	۲/۴۴	۲/۲۵	۱/۹۰	۰/۸۳	۱/۸۱	۲/۰۷	۰/۸۲	۰
	Insecta	Diptera	Chironomidae	۰	۰/۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱
		Gastropemta	Cardiidae	۲۳	۵/۷۰	۱۰/۴۰	۲۴/۳۴	۱۵/۸۵	۲۲/۰۳	۲۵/۵۴	۲۱/۲۰	۳۱/۵۴	۲۷/۹۴	۳۱	۱۵
Mollusca	Bivalvia	Planilabita	Neritidae	۰/۳۲	۲	۰/۱۰	۰/۱۹	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۳۰
	Gastropoda	Taenioglossa	Pyrgulidae	۰/۸۸	۱۰	۳/۶۰	۰/۷۷	۰/۳۸	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۵	۱/۱۰

در بررسی ماههای مختلف سال، شاخه Annelidae دارای حداکثر، حداقل و میانگین زیتوده به ترتیب ۲/۳۵ در فروردین ماه، ۰/۰۱ در بهمن ماه و ۰/۶۹ گرم در متر مربع (شکل ۶).

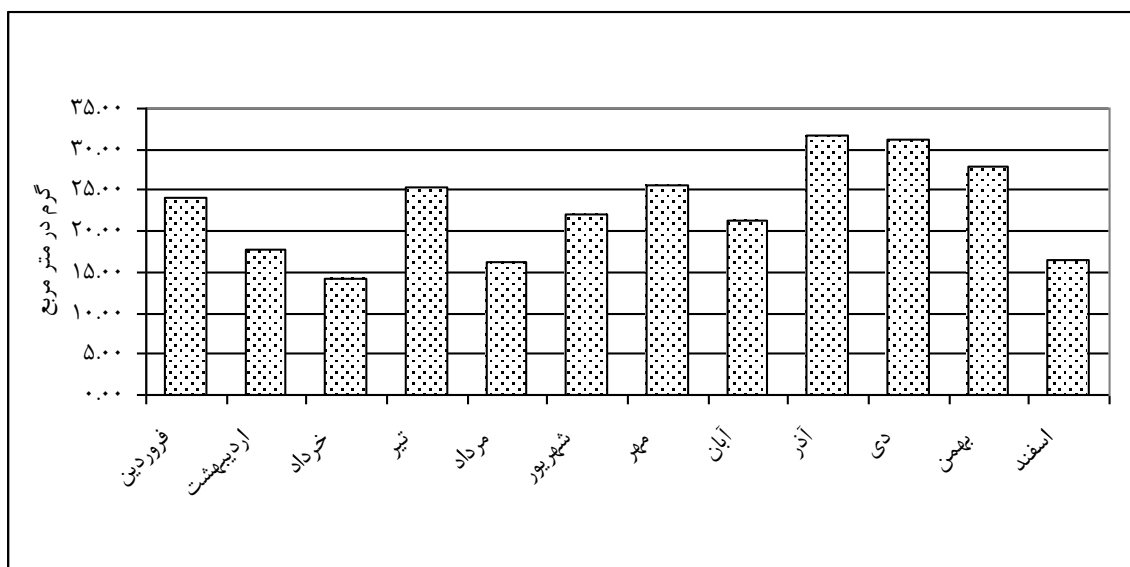


شکل ۶- تغییرات میزان زیتوده شاخه Annelidae در ماههای مختلف سال در خلیج گرگان

شاخه Arthropoda دارای حداکثر، حداقل و میانگین زیتوده به ترتیب ۰/۰۷ در اسفند ماه، ۴/۲۳ در فروردین ماه و ۲/۱۱ گرم در متر مربع (شکل ۷) و شاخه Mollusca دارای حداکثر، حداقل و میانگین زیتوده به ترتیب ۳۱/۶۰ در آذر ماه، ۱۴/۱۰ در خرداد ماه و ۲۲/۸۱ گرم در متر مربع تعیین گردید (شکل ۸).

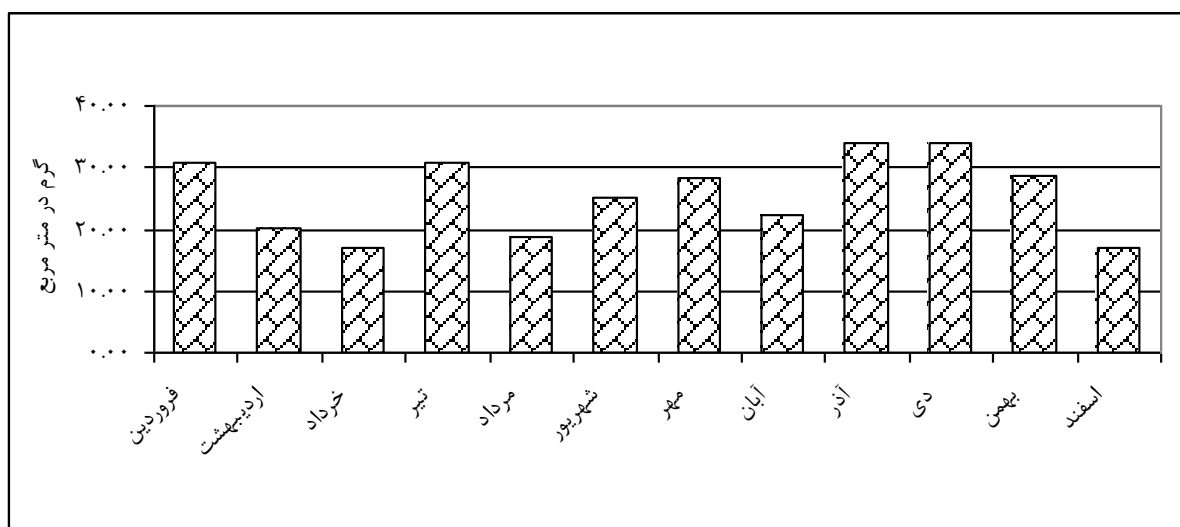


شکل ۷- تغییرات میزان زیتوده شاخه Arthropoda در ماه های مختلف سال ر خلیج گرگان



شکل ۸- تغییرات میزان زیتوده شاخه Mollusca در ماه های مختلف سال در خلیج گرگان

همچنین حداقل و حداکثر کل زیتوده در ماههای مختلف در خلیج گرگان بترتیب مربوط به ماههای اسفند و آذر با مقادیر ۱۶/۸۷ و ۳۴/۰۴ گرم در متر مربع و میانگین ۲۵/۶۱ گرم در متر مربع تعیین گردید (شکل ۹).



شکل ۹- تغییرات میزان زیتوده کل بتوز ها در ماه های مختلف سال ر خلیج گرگان

در مطالعه هیدروشیمی بعمل آمده در ایستگاههای نمونه برداری در طول ماههای مختلف، اکسیژن محلول (DO) از حداقل ۷ و حداکثر ۱۱/۷ میلی گرم در لیتر بترتیب در مرداد و بهمن ماه و میانگین سالانه ۸/۶ میلی گرم در لیتر بوده است (جدول ۴).

جدول ۴- تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در خلیج گرگان سال ۱۳۹۰

ماه‌های سال	دمای آب (°C)	EC. (ms/cm)	شوری (g/l)	شفافیت (cm)	DO mg/l	BOD ₅ mg/l	pH	آمونیاک (mg/l)	نیترات (mg/l)	سختی کل mg/l	قلیائیت کل mg/l	فسفات (mg/l)
فروردین	۱۸/۳	۲۱/۰۵	۱۳/۷	۶۹/۲	۷/۲	۱/۹	۸/۵	۰/۰۶	۰/۰۳	۳۲۰۵	۱۹۵/۵	۰/۰۶
اردیبهشت	۲۲/۳	۲۱/۶۹	۱۳/۱	۶۹/۷	۷/۸	۱/۷	۸/۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۳۵۰۵	۱۸۷/۸	۰/۰۷
خرداد	۲۴	۲۱/۴۷	۱۶/۵	۵۸/۸	۸	۱/۷	۸/۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۳۴۲۱	۱۸۸/۴	۰/۰۳
تیر	۲۷	۲۲/۹۴	۱۶/۵	۲۵	۷/۶	۱/۶	۸/۳	۰/۰۷	۰/۰۴	۳۸۰۰	۱۸۵/۳	۰/۰۵
مرداد	۲۸/۳	۲۳/۸۵	۱۸	۹۵/۸	۷	۱/۷	۸/۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۴۰۳۱	۱۹۰/۹	۰/۰۳
شهریور	۲۸	۲۲/۸	۱۷	۱۰۰	۸/۱	۱/۲	۸/۲	۰/۰۱	۰/۰۳۳	۴۲۱۵	۱۹۰	۰/۰۳
مهر	۲۳/۶	۲۴/۲۶	۱۸	۸۴/۷	۸/۱	۱/۲	۸/۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۳۵۵۷	۲۰۳/۶	۰/۰۲
آبان	۱۸/۲	۲۴/۸۶	۱۶/۵	۹۴/۱	۱۰	۱/۸	۸/۴	۰/۰۱	۰/۰۳۸	۳۵۶۳	۱۸۶/۵	۰/۰۳
آذر	۱۳/۶	۲۳	۱۶	۸۰/۵	۸/۶	۳/۶	۸/۳	۰/۰۴	۰/۰۴۹	۳۹۴۷	۱۸۹/۵	۰/۰۲
دی	۱۱	۲۴/۸۱	۱۵/۵	۸۷/۳	۱۰/۱	۱/۹	۸/۴	۰/۰۳	۰/۰۳۲	۳۷۷۸	۱۸۶/۵	۰/۰۱
بهمن	۱۱/۵	۲۱/۳۵	۱۵	۱۳۴/۵	۱۱/۷	۲/۸	۸/۳	۰/۰۲	۰/۰۲۹	۳۵۸۹	۱۷۹/۳	۰/۰۵
اسفند	۱۲/۵	۲۳	۱۴/۵	۱۲۰	۸/۷	۱/۴	۸/۳	۰/۰۷	۰/۰۲۴	۴۰۱۵	۱۹۲/۲	۰/۰۱
میانگین سالانه	۱۹/۹	۲۲/۹	۱۵/۹	۹۳/۳	۸/۶	۱/۹	۸/۳	۰/۰۴	۰/۰۲۱	۳۷۱۸	۱۸۹/۶	۰/۰۲

۳-۱- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در خلیج گرگان

۳-۱-۱- اکسیژن مصرفی بیولوژیک (BOD₅mg/L)

در بررسی‌های بعمل آمده حداقل و حداکثر میزان اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی بترتیب ۱/۲ و ۱۱/۷ در مرداد و بهمن ماه بوده است. همچنین میانگین سالانه آن ۱۹ میلی گرم در لیتر تعیین گردید (جدول ۴).

۳-۱-۲- پتانسیل هیدروژن (pH)

با توجه به جدول ۴ مقدار اندازه گیری شده برای pH بترتیب از حداقل و حداکثر ۸/۲ و ۸/۵ در ماه‌های شهریور و فروردین و میانگین سالانه تعیین شده برای مناطق مختلف خلیج ۸/۳ بود. (جدول ۴).

۳-۱-۳- شفافیت

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد حداقل و حداکثر مقدار شفافیت در ایستگاه‌های بررسی شده در طول ماه‌های سال در خلیج بترتیب ۲۵ و ۱۳۴/۵ سانتی متر در تیر و بهمن ماه بوده است. همچنین میانگین سالانه آن ۹۳/۳ سانتی متر تعیین گردید (جدول ۴).

۴-۱-۳- سختی کل (T.hard mg/L)

بر اساس نتایج بدست آمده میزان سختی کل در ماههای مختلف سال در خلیج گرگان بترتیب از حداقل ۳۲۰۵ در فروردین تا حداکثر ۴۲۱۵ در شهریور ماه و میانگین سالانه آن در ایستگاههای مختلف ۳۷۱۸ میلی گرم در لیتر بود (جدول ۴).

۵-۱-۳- نیترات (N. NO₃ .mg/L)

در مطالعه انجام شده حداقل و حداکثر مقدار در ایستگاههای بررسی شده در طول ماههای سال در خلیج بترتیب ۰/۰۲ و ۰/۴۹ میلی گرم در لیتر در خرداد، مرداد و آذر ماه بوده است. همچنین میانگین سالانه آن ۰/۲۱ میلی گرم در لیتر تعیین گردید (جدول ۴).

۶-۱-۳- دمای آب

دمای آب خلیج گرگان در طول ماههای مختلف سال از حداقل و حداکثر بترتیب ۱۱ و ۲۸/۳ درجه سانتی گراد در ماههای دی و مرداد متغیر بوده است. میانگین سالانه دما در خلیج ۱۹/۹ درجه سانتی گراد تعیین گردید. (جدول ۴).

۷-۱-۳- آمونیاک (NH₃. mg/L)

در مطالعه انجام شده حداقل و حداکثر مقدار آمونیاک در ایستگاههای بررسی شده در طول ماههای سال در خلیج بترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۷ میلی گرم در لیتر در شهریور، مهر و تیر، بهمن ماه بوده است. همچنین میانگین سالانه آن ۰/۰۴ میلی گرم در لیتر تعیین گردید (جدول ۴).

۸-۱-۳- شوری (گرم در لیتر)

در بررسیهای بعمل آمده حداقل و حداکثر مقدار شوری در ایستگاههای بررسی شده در طول ماههای سال در خلیج بترتیب ۱۳/۱ و ۱۸ میلی گرم در لیتر در اردیبهشت و مهر ماه و میانگین سالانه آن ۱۵/۹ میلی گرم در لیتر تعیین گردید (جدول ۴).

۹-۱-۳- قلیائیت (T.Alka. mg/L)

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که حداقل و حداکثر مقدار قلیائیت کل در ایستگاههای بررسی شده در طول ماههای سال در خلیج بترتیب ۱۷۹/۳ و ۲۰۳/۶ میلی گرم در لیتر در بهمن و مهر ماه بوده است. همچنین میانگین سالانه آن ۱۸۹/۶ میلی گرم در لیتر تعیین گردید (جدول ۴).

۱۰-۱-۳- فسفات ($\text{PO}_4^{3-}\text{mg/L}$)

در بررسی‌های بعمل آمده حداقل و حداکثر مقدار فسفات در ایستگاه‌های بررسی شده در طول ماه‌های سال در خلیج بترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۷ میلی گرم در لیتر در دی، اسفند و اردیبهشت ماه و میانگین سالانه آن ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر تعیین گردید (جدول ۴).

۱۱-۱-۳- شاخص بیانگر تروفیک سفر کل (TSI)

با توجه به اطلاعات (جدول ۴) حداقل و حداکثر میزان TSI بترتیب ۳۷ و ۶۵ مربوط به ماه‌های اسفند و شهریور بوده است. همچنین میانگین سالانه آن در خلیج ۵۳ تعیین گردید. با توجه به میانگین شاخص تروفیکی (TSI) در ماه‌های مختلف سال در ۵ ماه از سال (فروردین، اردیبهشت، تیر، مرداد و بهمن) وضعیت یوتروپی و در ۷ ماه باقی سال (خرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر، دی، و اسفند) شرایط مزوتروپی در خلیج گرگان حاکم بوده است. بر طبق نتایج (جدول ۸) در محاسبات انجام شده برای تعیین میزان توان تولید یا کلاسه تولید حداقل و حداکثر میزان فراوانی غذا (N) بترتیب ۱ و ۱۳۰ در بهمن و تیر ماه و همچنین حداقل و حداکثر میزان وضعیت زیستی خلیج گرگان (Z) بترتیب ۱ و ۳/۵۹ در ماه‌های بهمن و تیر بود. همچنین حداقل و حداکثر توان تولید در خلیج به میزان ۹۲/۲۶ و ۷۰۰/۶۶ کیلوگرم در هکتار در آبان و تیر ماه تعیین گردید. میانگین توان تولید سالانه در خلیج گرگان ۱۹۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

۲-۳- مقایسه همبستگی داده‌ها

بر اساس نتایج (جداول ۱۰ و ۱۱) که همبستگی بین پارامترهای فیزیکو شیمیایی و وضعیت زیستی خلیج گرگان را نشان می‌دهد، تمام پارامترهای مورد بررسی شامل دمای آب، EC، شوری، شفافیت، DO، BOD_5 ، pH، آمونیاک، نترات، سختی کل، قلیائیت کل، فسفات، فراوانی غذا (N)، وضعیت کیفی آب (Z) و توان تولید در غالب یک ماتریکس 15×15 با یکدیگر مورد سنجش قرار گرفتند که نتیجه حاصل از آن به شرح زیر می‌باشد: درجه حرارت آب (T.wt.C): درجه حرارت آب با اکسیژن محلول در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی دار (عددمنفی) داشت.

هدایت الکتریکی ($\text{EC}\mu\text{s/cm}$): هدایت الکتریکی با سختی کل در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی دار (مثبت) و همچنین با فسفات در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی دار (عددمنفی) داشته است.

شوری آب (Sal. g/L): اختلاف معنی داری با دیگر پارامترها نداشته است.

شفافیت آب (Visib.cm): شفافیت آب با اکسیژن محلول آب اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت) داشته است و همچنین با میزان فراوانی غذا (z) در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی دار (عددمنفی) و با توان تولید (Production Potential) اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (عددمنفی) داشت.

اکسیژن محلول (DO mg/L): اکسیژن محلول با درجه حرارت آب اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (عددمنفی) داشته، با شفافیت اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت)، با نیترات اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (مثبت)، با سختی کل اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (مثبت) و با میزان فراوانی غذا (z) اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (عددمنفی) داشت.

اکسیژن خواهی بیولوژیک (BOD₅ mg/L): اختلاف معنی داری با دیگر پارامترها نداشته است.

پتانسیل هیدروژن (pH): اختلاف معنی داری با دیگر پارامترها نداشته است.

آمونیاک (N. NH₃ mg/L): اختلاف معنی داری با توان تولید در سطح ۰/۰۵ (مثبت) داشت.

نیترات (N. NO₃ mg/L): نیترات با اکسیژن محلول اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (مثبت)، با سختی کل

اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت) و با فسفات اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (منفی) داشت.

سختی کل (T.hard. mg/L): سختی کل با EC اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت)، با اکسیژن محلول

اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (مثبت) و با نیترات اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت) داشت.

قلیائیت کل (T.Alka. mg/L): اختلاف معنی داری با دیگر پارامترها نداشت.

فسفات (PO₄³⁻ mg/L): فسفات با EC اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (منفی)، با نیترات اختلاف معنی دار در

سطح ۰/۰۵ (منفی) و با میزان فراوانی غذا (z) اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت) داشته است.

میزان فراوانی غذا (z): میزان فراوانی غذا با شفافیت اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (منفی)، با اکسیژن

محلول اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (منفی) و با توان تولید اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ داشت.

توان تولید (Pro. kg/h): توان تولید با شفافیت اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (منفی)، با آمونیاک اختلاف

معنی دار در سطح ۰/۰۵ (مثبت) و با فراوانی غذا اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت) داشت.

شاخص تروפیک (TSI): شاخص بیولوژیکی با EC اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ (منفی) و با فسفات

اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ (مثبت) داشت.

جدول ۱۰- سنجش همبستگی بین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میزان تولید در خلیج گرگان

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی	T.wt. c	EC. (ms/cm)	Sal. (g/L)	Visib. (cm)	DO (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	pH	N. NH ₃ (mg/L)	N. NO ₃ (mg/L)	T.hard (mg/L)	T.Alka. (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Z	Pro. kg/h	TSI
T.wt. c	۱	-/۰.۲۱	۰.۵۱۳	-/۰.۵۰۹	-/۰.۷۱۶	-/۰.۵۶۴	-/۰.۴۰۱	۰.۱۲۳	-/۰.۵۲۸	-/۰.۳۴۸	۰.۲۷۵	۰.۲۵۸	۰.۴۲۰	۰.۵۵۰	۰.۴۰۳
EC. (ms/cm)	-/۰.۲۱	۱	۰.۵۷۱	-/۰.۱۵۹	۰.۱۵۱	-/۰.۲۰۱	۰.۱۰۸	-/۰.۲۲۰	۰.۴۷۷	۰.۷۷۵	۰.۱۹۸	-/۰.۶۵۵	۰.۱۸۵	-/۰.۰۵۷	-/۰.۶۱۴
Sal. (g/L)	۰.۵۱۳	۰.۵۷۱	۱	-/۰.۱۲۸	-/۰.۱۴۰	-/۰.۲۰۶	۰.۴۰۱	-/۰.۱۰۰	۰.۱۸۶	۰.۳۱۰	۰.۲۵۹	-/۰.۵۰۳	۰.۰۹۵	۰.۱۸۵	-/۰.۲۷۳
Visib.(cm)	-/۰.۵۰۹	-/۰.۱۵۹	-/۰.۱۲۸	۱	۰.۷۴۸	۰.۳۲۹	-/۰.۱۴۴	-/۰.۴۳۴	۰.۳۷۲	۰.۱۹۰	-/۰.۳۷۸	-/۰.۱۴۰	-/۰.۸۸۳	-/۰.۶۳۵	۰.۰۴۱
DO (mg/L)	-/۰.۷۱۶	۰.۱۵۱	-/۰.۱۴۰	۰.۷۴۸	۱	۰.۴۰۵	۰.۰۵۹	-/۰.۵۵۲	۰.۶۰۴	۰.۶۳۱	-/۰.۵۷۵	-/۰.۲۰۵	-/۰.۶۹۱	-/۰.۵۳۱	۰.۲۲۸
BOD ₅ (mg/L)	-/۰.۵۶۴	-/۰.۲۰۱	-/۰.۲۰۶	۰.۳۲۹	۰.۴۰۵	۱	۰.۱۱۹	-/۰.۱۲۹	۰.۴۲۰	۰.۲۳۱	-/۰.۴۲۳	۰.۰۵۵	-/۰.۴۳۵	-/۰.۲۸۶	۰.۰۷۸
pH	-/۰.۴۰۱	۰.۸۰۱	-/۰.۴۰۱	-/۰.۱۴۴	۰.۰۵۹	۰.۱۱۹	۱	۰.۱۰۲	-/۰.۱۳۵	-/۰.۰۷۶	۰.۱۰۴	۰.۲۰۵	۰.۲۴۴	-/۰.۰۲۳	۰.۱۱۴
N. NH ₃ (mg/L)	۰.۱۲۳	-/۰.۲۲۰	-/۰.۱۰۰	-/۰.۴۳۴	-/۰.۵۵۲	-/۰.۱۲۹	۰.۱۰۲	۱	-/۰.۵۶۸	۰.۵۲۲	۰.۲۵۷	۰.۰۶۵	۰.۵۷۵	۰.۶۰۴	-/۰.۰۱۱
N. NO ₃ (mg/L)	-/۰.۵۲۸	۰.۴۷۷	۰.۱۸۶	۰.۳۷۲	۰.۶۰۴	۰.۴۲۰	-/۰.۱۳۵	-/۰.۵۶۸	۱	۰.۷۳۳	-/۰.۰۳۶	۰.۶۰۰	-/۰.۳۳۳	-/۰.۴۸۷	-/۰.۵۵۹
T.hard (mg/L)	-/۰.۳۴۸	۰.۷۷۵	۰.۳۱۰	۰.۱۹۰	۰.۶۳۱	۰.۲۳۱	-/۰.۰۷۶	-/۰.۵۲۲	۰.۷۳۳	۱	-/۰.۳۲۴	-/۰.۴۸۵	-/۰.۲۱۶	-/۰.۲۲۸	-/۰.۴۶۰
T.Alka. (mg/L)	۰.۲۷۵	۰.۱۹۸	۰.۲۵۹	-/۰.۳۷۸	-/۰.۵۷۵	-/۰.۴۲۳	۰.۱۰۴	۰.۲۵۷	-/۰.۰۳۶	-/۰.۳۲۴	۱	-/۰.۲۴۹	۰.۵۴۳	۰.۰۴۹	-/۰.۲۳۸
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	۰.۲۵۸	-/۰.۶۵۵	-/۰.۵۰۳	-/۰.۱۴۰	-/۰.۲۰۵	۰.۰۵۵	۰.۲۰۵	۰.۰۶۵	-/۰.۶۰۰	-/۰.۴۸۵	-/۰.۲۴۹	۱	۰.۰۶۰	-/۰.۲۹۲	۰.۹۵۸
Z	۰.۴۲۰	۰.۱۸۵	۰.۰۹۵	-/۰.۸۸۳	-/۰.۶۹۱	-/۰.۴۳۵	۰.۲۴۴	۰.۵۷۵	-/۰.۳۴۴	-/۰.۲۱۶	۰.۵۴۳	۰.۰۶۰	۱	۰.۷۵۳	۰.۰۲۸
Pro. kg/h	۰.۵۵۰	۰.۰۵۷	۰.۱۸۵	-/۰.۶۳۵	-/۰.۵۳۱	-/۰.۲۸۶	-/۰.۰۲۳	۰.۰۴۱	-/۰.۴۸۷	-/۰.۲۲۸	۰.۰۴۹	۰.۲۹۲	۰.۷۵۳	۱	-/۰.۲۲۳
TSI	۰.۴۰۳	-/۰.۶۱۴	-/۰.۲۷۳	-/۰.۰۴۱	-/۰.۲۲۸	۰.۰۷۸	۰.۱۴۴	-/۰.۰۱۱	-/۰.۵۵۹	-/۰.۴۶۰	-/۰.۲۳۸	۰.۹۵۸	۰.۰۲۸	-/۰.۳۲۳	۱

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

جدول ۱۱ - آنالیز فاکتورهای فیزیکی ، شیمیایی و تولید در خلیج گرگان

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی	Mean	Std. Deviation	N
T.wt. c	۱۹/۸۵۸	۶/۵۵۳	۱۲
EC. (ms/cm)	۲۲/۹۲۳	۱/۳۳۴	۱۲
Sal. (g/L)	۱۵/۸۵۸	۱/۵۵۸	۱۲
Visib.(cm)	۹۳/۳۰۰	۵۰/۴۲۴	۱۲
DO (mg/L)	۸/۵۷۵	۱/۳۷۶	۱۲
BOD ₅ (mg/L)	۱/۸۷۵	۰/۶۸۳	۱۲
pH	۸/۳۲۵	۰/۰۷۵	۱۲
N. NH ₃ (mg/L)	۰/۰۳۹	۰/۰۲۱	۱۲
N. NO ₃ (mg/L)	۰/۲۰۸	۰/۱۶۸	۱۲
T.hard (mg/L)	۴۹۹۳/۹۵۰	۷۲۰/۶۶۲	۱۲
T.Alka. (mg/L)	۱۸۹/۶۲۵	۵/۹۳۸	۱۲
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	۰/۳۴۰	۰/۰۱۹۴	۱۲
Z	۲/۴۸۸	۰/۶۲۰	۱۲
Pro.kg/h	۱۹۵/۱۰۳	۱۷۹/۸۰۵	۱۲
TSI	۵۲/۵۵۴	۹/۲۰۴	۱۲

۴- بحث

۱-۴- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

با توجه به تبادل و ارتباط جریان‌های آبی از طریق دهانه خلیج گرگان بادرئای خزر، در بسیاری از متون عقیده بر این است که درخصوص پارامترهای فیزیکوشیمیایی بین خلیج و دریا در بسیاری از موارد تشابهاتی وجود دارد. در عین حال طبق بررسی فرجی (۱۳۶۶) شوری و غلظت نمک در خلیج گرگان در حدود ۴ الی ۵ درصد بیش از شوری آب سواحل جنوبی دریای خزر و شوری متوسط آب خلیج در حدود ۱۴ میلی گرم در لیتر بیان شده است. در بررسی بندانی (۱۳۸۴) تغییرات شوری در فصول مختلف اندک و دامنه آن در حدود ۰/۷ بوده بطوریکه میانگین شوری در فصول مختلف از حداقل ۱۳/۶۵ در تابستان تا حداکثر ۱۴/۳۵ در پاییز بیان گردید. در مطالعه حاضر تغییرات شوری از حداقل ۱۳/۱ میلی گرم در لیتر در اردیبهشت تا ۱۸ میلی گرم در لیتر در مرداد و مهر ماه و بطور میانگین معادل ۱۵/۹ میلی گرم در لیتر بود.

در بررسی لالویی (۱۳۷۲) حداقل و حداکثر عمق خلیج به ترتیب از ۰/۵ تا ۴ متر بیان گردید. در مطالعه امیری نژاد (۱۳۸۴) حداکثر عمق آب در خلیج ۴/۵ متر بیان شد که مربوط به بخش میانی و جنوبی گزارش گردید. در مطالعه حاضر حداکثر عمق ۳/۵ متر تعیین گردید که این مقدار با توجه به نقشه عمق خلیج (شکل ۳) در بخش میانی خلیج مشاهده شد که مطمئناً یکی از دلایل این اختلاف (کم شدن عمق خلیج) در مطالعات بررسی شده می‌تواند انجام رسوب گذاری مستمر خلیج در طول سال باشد که امری طبیعی در یک اکوسیستم آبی می باشد البته باید یادآوری شود که ادامه این روند رسوب گذاری برای خلیجی با حداکثر عمق ۳/۵ متر می تواند یک تهدید به شمار آید بطوریکه اولین اثر پدیده رسوب گذاری برای کفزیان و به تبع آن زنجیره غذایی اکوسیستم خلیج است که به لحاظ زیست محیطی پیامدهای غیر قابل جبرانی را به همراه دارد. همچنین از عوامل موثر در افزایش این امر میتوان به، تغییرات هیدرولوژیکی دریای خزر، تغییرات حوزه آبخیز منتهی به خلیج بعنوان عوامل طبیعی و از سوی دیگر تخریب محیط زیست، فرسایش خاک، از بین بردن پوشش گیاهی و کاربریهای غیر اصولی در حوزه آبریز خلیج بعنوان عوامل انسانی نام برد (امیرنژاد، ۱۳۸۴).

در بررسی لالویی (۱۳۷۲) pH آب خلیج گرگان در طول سال معادل ۸ تا ۸/۵ گزارش گردید. این مقدار در بررسی بندانی (۱۳۸۴) بین ۸/۲۵ تا ۸/۳ متغیر بوده و دامنه تغییرات آن با حداقل مقدار حدود ۰/۰۵ در فصول مختلف گزارش گردید. در مطالعه طرح توسعه خلیج که توسط کارشناسان جمهوری دموکراتیک کره شمالی (۱۹۹۰-۱۹۹۸) صورت گرفت، pH خلیج گرگان در حدود ۸/۳ گزارش گردیده است. در مطالعه حاضر میانگین سالانه pH معادل ۸/۳ و تغییرات آن از حداقل ۸/۲ تا حداکثر ۸/۵ سنجش شد. با نگاهی به نتایج حاصله و مقایسه آن با منابع قبلی، میتوان نتیجه گرفت که مقدار pH در سالهای اخیر از تغییرات بسیار ناچیزی برخوردار بوده است.

مقدار BOD_5 در مطالعه بندانی (۱۳۸۴) از حداقل ۲/۲۵ در زمستان تا حداکثر ۵/۸۷ میلی گرم در لیتر در تابستان و همچنین مقدار اکسیژن محلول بترتیب از حداقل ۹ تا حداکثر ۱۰/۲۱ میلی گرم در لیتر گزارش گردیده است که در مطالعه حاضر حداقل و حداکثر مقدار BOD_5 بین ۱/۲ تا ۳/۶ با میانگین سالانه ۱/۹ و مقدار اکسیژن محلول نیز بترتیب از حداقل ۷ در مرداد ماه تا حداکثر ۱۱/۷ میلی گرم در لیتر در بهمن ماه بود.

میانگین درجه حرارت آب خلیج در مطالعه محمدخانی (۱۳۸۴) بین ۷ تا ۲۸/۵ متغیر بوده که در مطالعه حاضر این مقدار بین ۱۱ در دی ماه و ۲۸/۳ در شهریور و میانگین سالانه آن ۱۹/۹ بود، درجه حرارت آب خلیج در بررسی بندانی (۱۳۸۴) بین ۱۱/۳ تا ۲۶/۸۴ در فصول مختلف گزارش گردیده است. حداقل و حداکثر درجه حرارت آب خلیج در بررسی لالویی (۱۳۷۲) بین ۷ درجه سانتیگراد در بهمن و ۲۸/۵ درجه سانتیگراد در تیر ماه گزارش گردید. دمای متوسط سالیانه خلیج در بررسی امیر نژاد (۱۳۸۴)، ۱۷ درجه سانتیگراد تعیین گردیده که در بررسی مولوی (۱۳۷۸) میانگین این مقدار در دهانه خلیج نیز معادل ۱۷ درجه سانتیگراد اعلام شده است.

میزان قلیائیت کل در مطالعه محمد خانی (۱۳۸۴) بین ۱۴۰/۲ و ۲۷۳/۶ میلی گرم در لیتر و در مطالعه بندانی (۱۳۸۴) از حداقل ۱۵۳/۳ تا حداکثر ۱۷۴/۹ میلی گرم در لیتر گزارش گردیده است. این مقدار در مطالعه حاضر بین ۱۷۹/۳ تا ۲۰۳/۶ و میانگین سالانه ۱۸۹/۶ میلی گرم در لیتر تعیین گردید.

همچنین سختی کل در مطالعه محمد خانی (۱۳۸۴) بین ۱۱۷۰/۴ و ۷۷۰۰/۳ میلی گرم در لیتر و مقدار آن در مطالعه بندانی (۱۳۸۴) از حداقل ۴۰۰۰ تا حداکثر ۴۳۰۵ میلی گرم در لیتر گزارش گردید. این مقدار در مطالعه حاضر بین ۳۲۰۵ تا ۴۰۱۵ و میانگین سالانه آن معادل ۳۷۱۸ میلی گرم در لیتر تعیین شد.

۱-۱-۴- ترکیبات بیوژن (نیتрат و فسفات)

بر اساس مطالعه لالویی (۱۳۷۲) حداقل و حداکثر مقدار فسفات اندازه گیری شده بین ۰/۶ و ۲/۹ میلی گرم در لیتر و در بررسی بندانی (۱۳۸۴) حداکثر آمونیاک ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر در فصل تابستان گزارش شده است که در مطالعه حاضر حداقل و حداکثر میزان فسفات بترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۷ میلی گرم در لیتر و همچنین میزان آمونیاک نیز بترتیب معادل ۰/۰۱ و ۰/۰۷ میلی گرم در لیتر تعیین گردید.

۲-۱-۴- وضعیت تروفي

در اصطلاح یوتروفیکاسیون به معنی غنی شدن آبهای سطحی با مواد مغذی است (فرایند تغییرات از یک حالت تروفي به حالت تروفي بالاتر با افزودن مواد مغذی)، که این فرایند میتواند بطور طبیعی یا توسط بشر صورت گیرد. در هر صورت ارزش تروفي یک محیط آبی بیان کننده استعداد تولید و باروری آن محیط می باشد (Kemp et al. 2001). یوتروفیکاسیون طبیعی بسیار تدریجی و کند است و ممکن است در یک محیط ساکن آبی

حتی سالها و قرن‌ها طول بکشد در حالیکه با دخالت انسان این روند شدت یافته و در طی چند دهه یک محیط آبی را تخریب می نماید. بنا بر این اکوسیستم های آبی را به لحاظ غنای آن از مواد مغذی به محیطهای الیگوتروف (فقیر از مواد غذایی)، مزوتروف (میان غذا)، یوتروف (پر غذا) و در نهایت هایپرتروف (مواد غذایی فراوان) طبقه بندی می شوند. محیط آبی الیگوتروف دارای حداقل مواد غذایی و مقدار بسیار کمی فیتوپلانکتون گیاهی و جانوری، تولید اولیه ضعیف، آب شفاف، عمق دید زیاد و اکسیژن محلول کافی است (Sherr et al., 2000).

در آبهای مزوتروف تولید فیتوپلانکتون بر حسب عرضه مواد غذایی توسعه یافته و متناسب با آن عمق دید آب کاهش می یابد. تنوع و تراکم گونه ها در آبهای مزوتروف نسبت به الیگوتروف افزایش می یابد. در این آبها شکوفایی پلانکتونی کم و بیش دیده میشود. چنانچه در این آبها کنترلی در ورود فاضلاب انسانی صورت نگیرد، استعداد بالایی در جهت رسیدن به مرحله پر غذایی و یوتروف دارند. در آبهای یوتروف به دلیل فراوان بودن مواد غذایی پلانکتون فراوان بوده به همین جهت نوسانات شبانه روزی اکسیژن محلول بواسطه پدیده های تنفسی و فتوسنتز بسیار است (Kroer, 1993).

با توجه به اهمیت و جایگاه زیست محیطی خلیج گرگان تعیین دقیق غنای غذایی یا سطح تروپی از ارزش بالایی برخوردار است. معمولاً برای شناخت و ارزیابی دریاچه ها و تقسیم بندی آنها بر اساس سطح تروفیکی و کیفیت دریاچه از راههای گوناگون استفاده می شود. اما معمولی ترین روش محاسبه سطح تروفیکی با کلروفیل و یا فسفر کل است که میتوان سطح تروفیکی دریاچه یا منبع آبی را محاسبه نمود.

دسته بندی میزان تروپی دریاچه ها بر اساس میزان فسفر کل (TP) در منابع گوناگون با کمی اختلاف مشابه میباشد. در بررسی اترک چالی (۱۳۹۰) چنانچه میزان فسفر کل در یک دریاچه کمتر از $5 \mu\text{g/L}$ باشد دریاچه اولترا الیگوتروف، اگر میزان فسفر کل در یک دریاچه $5-10 \mu\text{g/L}$ باشد دریاچه الیگوتروف، در صورتی که میزان فسفر کل بین $10-30 \mu\text{g/L}$ باشد دریاچه مزوتروف بوده و در صورتی که میزان فسفر کل در دریاچه ای بین $30-100 \mu\text{g/L}$ محاسبه گردد دریاچه یوتروف میباشد. دریاچه های با میزان فسفر کل بیش از $100 \mu\text{g/L}$ هایپرتروف محسوب میشود (جدول ۵).

جدول ۵: ارتباط غلظت ازت و فسفر با وضعیت های تروپیکی در دریاچه ها و خلیج های طبیعی

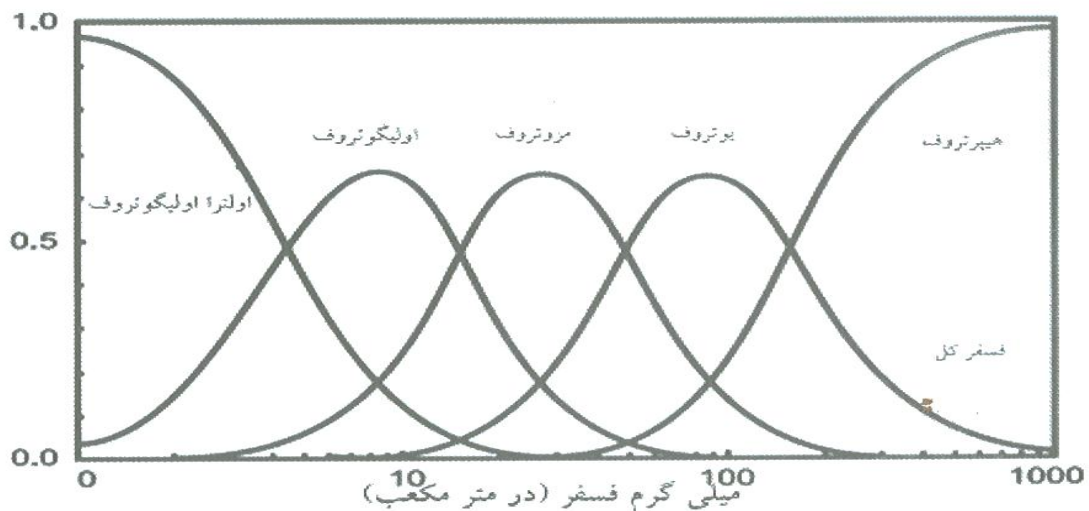
ازت معدنی ($\mu\text{g/L}$)	فسفر کل ($\mu\text{g/L}$)	غلظت وضعیت تروپی
$200 >$	$5 >$	اولترا اولیگو تروفیک
۲۰۰-۴۰۰	۵-۱۰	اولیگو تروفیک
۳۰۰-۶۵۰	۱۰-۳۰	مزوتروفیک
۵۰۰-۱۵۰۰	۳۰-۱۰۰	یوتروفیک
$1500 <$	$100 <$	هیپر یوتروفیک

(Environmental Protection Agency, 2000).

از طرفی در طبقه بندی دیگر کیفی آبها براساس اندازه گیری فسفر کل (mg/m^3) منابع آبی با مقدار فسفر کل کمتر از ۱۳ در دسته اولیگو تروف، بین ۱۳ تا ۴۰ در دسته مزوتروف، بین ۴۰ تا ۱۰۰ در دسته یوتروف و با مقدار بیش از ۱۰۰ در طبقه هیپر تروف تقسیم بندی میگردند (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹).

در منبع دیگری در طبقه بندی

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) بر پایه یک مدل رگرسیونی معروف به مدل ولن ویدر غلظت فسفر کل به عنوان شاخص وضعیت غذایی تروپی دریاچه ها معتبر است که در شکل (۱۰) آورده شده است (Vollenweider and Kereks, 1980).



شکل ۱۰: مدل رگرسیونی (ولن ویدر) شاخص وضعیت تروپی دریاچه ها

در بررسیهای لیمنولوژیک و شناسایی استعداد های شیلاتی منابع آبی دریاچه ها، سد ها و خلیج ها یکی از مهمترین و کاربردی ترین روش ها جهت تخمین حاصلخیزی دریاچه ها استفاده از میزان فسفر کل (TP) موجود در منبع آبی می باشد.

بر اساس نتایج حاصله از مطالعه در چندین دریاچه شمالی در آمریکا، مقدار TSI برای اغلب دریاچه های الیگو تروف زیر ۴۰، برای دریاچه های مزوتروف بین ۴۰-۳۵، دریاچه های یوتروف بیش از ۴۵ و برای دریاچه های هایپر یوتروف می تواند بیش از ۶۰ باشد (Novotny and Harry, 1994).

از این روش در بررسی لیمنولوژیک و شناسایی استعداد های شیلاتی منابع مختلف آبی کشور نیز استفاده گردیده که از این میان میتوان به طرح تحقیقاتی بررسی لیمنولوژیک استعداد های شیلاتی دریاچه سد کرخه در سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲، با هدف تعیین فاکتورهای هیدروشیمی آب سد و مقایسه عوامل زیستی و غیر زیستی و برآورد تولید دریاچه سد اشاره کرد که میزان توان تولید این سد بر اساس محاسبه با فسفر کل (TSI) ۱۰۲/۷ کیلوگرم در هکتار در سال محاسبه و بر این اساس در دسته آبهای الیگو تروف محسوب گردید (خلفه نیل ساز، ۱۳۸۶).

همچنین در بررسی سبز علیزاده (۱۳۸۴) که به منظور تعیین توان تولید با استفاده از روش محاسبه با فسفر کل (TSI) صورت گرفت دریاچه سد دز از نظر میزان حاصلخیزی جزء دریاچه های اولیگو تروف - مزوتروف طبقه بندی گردید.

در مطالعات قربانی (۱۳۸۵) با عنوان بررسی کیفیت آب مخزن سد مارون و تعیین ترکیبات موثر در احتمال بروز یوتروفیکاسیون که با هدف تعیین ترکیبات موثر در احتمال بروز اتریفیکاسیون و کلاسه بندی دریاچه از نظر اتریفیکاسیون با استفاده از شاخص TSI انجام گرفته، نتایج بدست آمده نشان داد که بر اساس طبقه بندی کارلسون دریاچه سد مارون در فصل بهار و تابستان به ترتیب اولیگو تروفیک و مزوتروفیک میباشد البته شرایط مزوتروفیک بیشتر در شهریور ماه مشاهده گردیده است همچنین، نتایج حاصله نشان داد که میزان فتوسنتز و تنفس و مطابق با طبقه بندی گلدمن آب دریاچه جزء آبهای اولیگو تروفیک با جرم جلبکی پایین و شفافیت بالا تقسیم بندی می شود.

در مطالعه محمد خانی (۱۳۸۹) جهت محاسبه حاصلخیزی اکوسیستم خلیج گرگان بر اساس میزان فسفر کل (مجموع فسفر آلی و معدنی) و با توجه به این نکته که متوسط میزان فسفر کل حدود ۱۷۱ میکرو گرم بر لیتر محاسبه گردیده بود و با توجه به مدل Vollenweider (Vollenweider and Kereks, 1980) خلیج گرگان را در گروه اکوسیستم های هایپر تروف تقسیم بندی نمودند. نکته قابل ملاحظه در این مطالعه استفاده از عدد میانگین میزان فسفر کل در این مطالعه میباشد بطوریکه به نظر مجری طرح در بررسی ماهانه و فصلی در مورد حاصلخیزی خلیج گرگان نتایج رقم دیگری خواهد بود.

همچنین در تحقیقی توسط امیر نژاد (۱۳۸۴) که در آن به بررسی پیشینه و حال آلاینده‌ها از طریق آنالیز رسوبات مغزی در نوار ساحلی دریای خزر و مطالعه موردی خلیج گرگان پرداخته شده، جهت تعیین فرایند یوتریفیکاسیون از پارامترهای شیمیایی نظیر فسفات، نترات، نیتريت، آمونیاک، نیتروژن کل و کلروفیل a_{λ} در ۸ ایستگاه استفاده گردید. براساس نتایج این مطالعه و با توجه به میزان میانگین اندازه گیری شده فسفات یعنی $0/046$ میلی‌گرم در لیتر، و با استفاده از مدل (Carlson, 1996) (جداول ۷ و ۹) و شاخص تروفي TSI جهت کلاسه بندی تروفي آب خلیج گرگان، سطح تروفي در کل خلیج در وضعیت مزوتروف تعیین گردید.

جدول ۷ - محاسبه زیتوده کفزیان بر حسب گرم در متر مربع در ماههای سال

شاخه	رده	راسته	خانواده	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
Annelidae	Oligochaeta	Clitellata	Tubificidae	۰/۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		Haplotaxidae	Nadidea	۰/۲۸	۰/۰۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۳
	Polychaeta	Aciculata	Nereidae	۰/۵۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۰۶	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۹	۰	۰/۱۲
		Canalipalpata	Ampharetidae	۱/۵۰	۰/۸۳	۰/۱۶	۱/۱۲	۰/۰۹	۰/۲۲	۰/۸۷	۰/۱۸	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۲۵
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	۰/۰۱	۰/۸۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۱۳	۰	۰/۰۶
		Cirripedia	Balanidea	۳/۷۰	۰	۲/۷۹	۴/۱۸	۲/۴۴	۲/۲۵	۱/۹۰	۰/۸۳	۱/۸۱	۲/۰۷	۰/۸۲	۰
	Insecta	Mysidae	Mysidae	۰/۵۲	۰/۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		Diptera	Chironomidae	۰	۰/۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱
Mollusca	Bivalvia	Gastropemta	Cardiidae	۲۳	۵/۷۰	۱۰/۴۰	۲۴/۳۴	۱۵/۸۵	۲۲/۰۳	۲۵/۵۴	۲۱/۲۰	۳۱/۵۴	۳۱	۲۷/۹۴	۱۵
	Gastropoda	Planilabita	Neritidae	۰/۳۲	۲	۰/۱۰	۰/۱۹	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۳۰
		Taenioglossa	Pyrgulidae	۰/۸۸	۱۰	۳/۶۰	۰/۷۷	۰/۳۸	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۵	۱/۱۰

جدول ۹ - ارتباط غلظت فسفر با وضعیت تروفي در خلیج گرگان

وضعیت تروفي	میانگین TSI	
یوتروف	۶۳	فروردین
یوتروف	۶۵	اردیبهشت
مزوتروف	۵۳	خرداد
یوتروف	۶۱	تیر
یوتروف	۵۵	مرداد
مزوتروف	۵۱	شهریور
مزوتروف	۴۷	مهر
مزوتروف	۵۳	آبان
مزوتروف	۴۷	آذر
مزوتروف	۳۷	دی
یوتروف	۶۱	بهمن
مزوتروف	۳۷	اسفند
مزوتروف	۵۳	سالیانه

با توجه به سایر نتایج بدست آمده در این تحقیق، آب خلیج گرگان از نظر آلودگی به مواد مغذی ترکیبات نیتروژن، فسفات و کلروفیل a_{-} در رده آبهای غیر آلوده (مزوتروف) تقسیم بندی شد. نتایج حاصل از اندازه گیری و محاسبه ترکیبات نشان داد که از نظر سطح تروفي، کل خلیج گرگان در وضعیت مزوتروف قرار دارد. این وضعیت مزوتروف متمایل به یوتروف است. اما اگر بخواهیم این وضعیت را در هر ماه بطور مستقل بررسی نماییم نتیجه متفاوت خواهد شد یعنی در ۵ ماه از سال (فروردین، اردیبهشت، تیر، مرداد، بهمن) وضعیت یوتروفي و در بقیه ماهها (خرداد، شهریور، مهر، آبان، آذر، دی، اسفند) وضعیت مزوتروفي حاکم می باشد. از طرفی اگر بخواهیم تروفي خلیج گرگان را بر اساس (جدول ۱۲) حد آستانه پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی بررسی و تعیین نماییم، در آن صورت تروفي خلیج بین حالت مزوتروف و یوتروتروف قرار میگیرد (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹).

جدول ۱۲: ارتباط وضعیت تروفي با حداکثر عمق دید (m) و فسفر کل (mg/m^3)

هیپریوتروف	یوتروف	مزوتروف	اولیگوتروف	تروفي
< 0.5	$0.5-1$	$1-5$	> 5	حداکثر عمق دید (m)
> 100	< 100	< 40	< 13	فسفر کل (mg/m^3)

بدین صورت که با توجه به میزان میانگین سالانه فسفر کل خلیج گرگان (۳۴ میلی گرم در متر مکعب)، وضعیت تروفي خلیج بر اساس جدول فوق در محدوده مزوتروف می باشد. اما اگر این بررسی بر اساس اندازه حداکثر عمق دید صورت پذیرد، با توجه به میانگین سالانه این مقدار در خلیج گرگان (۰/۹۳ متر) در محدوده اکوسیستم های یوتروفي طبقه بندی می گردد. در هر حال چیزی که مسلم است این اکوسیستم در مرز مزوتروف به یوتروف بسر میبرد که کنترل و مدیریت بیشتر و دقیق تر این اکوسیستم با ارزش را طلب میکند.

۳-۱-۴- توان تولید

کفزیان بخصوص ماکروبتوزها نقش مهمی را در جوامع آبی بعنوان حلقه های دوم و سوم زنجیره تولید دارند. لذا در مطالعات کمی کفزیان معمولاً از تعداد و نوع این موجودات برای تخمین میزان تولیدات بکار می رود. به علاوه از این موجودات بعنوان شاخص تعیین کننده کیفیت آب، همچنین تنوع زیستی آنها جهت بررسی و تعیین میزان آلودگی منابع آبی بکار گرفته میشود. از طرفی چون پراکنش ماکروبتوزها با عمق، میزان اکسیژن محلول مواد آلی و دماهای مختلف ارتباط دارد، بمنظور ارزیابی اکوسیستم های آبی مورد استفاده قرار میگیرند. لذا در این مطالعه با استفاده از شناخت ماکروبتوزها، قابلیت توان تولید خلیج گرگان بر اساس زیست شناسی (Z) و ارزش فراوانی آنها (N) مورد بررسی قرار گرفت.

در مطالعات مقصودی (۱۳۸۲) که با هدف بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان در رودخانه شمرود سیاهکل صورت گرفت، میزان قابلیت تولید معادل ۳۴۸ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. که قریب خانی (۱۳۸۷) در بررسی توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا و بر اساس بررسی جوامع کفزیان، توان تولید این رودخانه را ۲۶۵/۲۲ کیلوگرم در هکتار در سال محاسبه نمود.

در مطالعه حاضر و بر اساس محاسبات انجام شده برای تعیین میزان توان تولید یا کلاسه تولید، حداقل و حداکثر میزان فراوانی غذا (N) بترتیب برابر ۱ و ۱۳۰ در ماههای بهمن و تیر، حداقل و حداکثر میزان وضعیت زیستی خلیج گرگان (Z) نیز بترتیب معادل ۱ و ۳/۵۹ در بهمن ماه و تیر ماه و نهایتاً حداقل و حداکثر توان تولید در خلیج به میزان ۹۲/۲۶ و ۷۰۰/۶۶ کیلوگرم در هکتار در ماههای آبان و تیر ماه تعیین گردید که میانگین توان تولید سالانه در خلیج گرگان ۱۹۵/۱۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (جدول ۸).

جدول ۸- وضعیت زیستی و فراوانی و میانگین تولید ماهانه در خلیج گرگان در طی سال ۱۳۹۰

ماههای سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
N	۴۲	۱۷	۲۳	۱۳۰	۲۲	۲۲	۳۰	۱۱	۱۴	۱۳	۱	۱۳
Z	۳/۰۷	۲/۵۳	۲/۴۰	۳/۵۹	۲/۲۶	۲/۲۶	۳/۰۶	۲/۳۸	۲/۳۸	۲/۴۷	۱	۲/۴۷
میزان تولید (kg/h)	۲۷۳/۹۱	۱۳۴/۴۲	۱۹۱/۶۷	۷۲۳/۶۶	۱۹۴/۶۲	۱۹۴/۶۲	۱۹۵/۹۲	۹۲/۲۶	۱۱۷/۸۹	۱۰۵/۴۱	۱۱/۴۷	۱۰۵/۴۱

پیشنهادهای

- تعیین ایستگاههای دائمی کیفیت سنجش آب در خلیج به منظور کنترل مستمر وضعیت اکولوژیکی و میزان تروفی خلیج گرگان.
- تهیه و تدوین استانداردهای منطقه ای برای کارخانجات و شهرکهای صنعتی منتهی به خلیج گرگان به منظور تامین مخاطرات زیست محیطی در استانهای مازندران و گلستان .
- کنترل و مدیریت زمین های کشاورزی حوزه آبخیز خلیج با تدوین قوانین و دستورالعمل نحوه مصرف کود شیمیایی بمنظور جلوگیری از تبدیل حالت مزوتروف به سطوح بالای تروفی.

منابع

- ۱- اترک چالی، ع.، ۱۳۹۰. جزوه آموزشی. <http://atrakchali.blogfa.com>
- ۲- احمدی، م.، ۱۳۷۸. ارزیابی اکوسیستم های آبی. جزوه درسی کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- ۳- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. کتاب مبانی مدیریت کیفی آب در آبرزی پروری. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۶۰ صفحه.
- ۴- امیرنژاد، رضا، ۱۳۸۴. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات (دانشکده محیط زیست) بررسی پیشینه و حال آلاینده ها از طریق آنالیز رسوبات مغزی در نوار ساحلی دریای خزر (مطالعه موردی - خلیج گرگان). ۱۷۸ ص.
- ۵- بندانی، غ. رحمتی، منصور، اکرمی، رضا. ملاغلامعلی، مهدی، ۱۳۸۴. بررسی دانه بندی و هیدروبیولوژی مناطق توسعه pen و cage در خلیج گرگان. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان ۱۳۲ ص.
- ۶- خلفه نیل ساز، م. مرزعاوی، م. اسماعیلی، ف. نیکپی، م. مرمضی، ج. ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی لیمنولوژیک و شناسایی استعداد های شیلاتی دریاچه سد کرخه. پژوهشگاه آبرزی پروری جنوب کشور مؤسسه تحقیقات شیلات ایران.
- ۷- روحی، ا.، ۱۳۷۶. بررسی ترکیب جمعیت زئوپلانکتونهای خلیج گرگان (با تاکید بر گروه کوبه پودا و برآورد بیوماس آنها). بولتن علمی شیلات، زمستان ۱۳۷۶، ۷۶-۷۴ ص.
- ۸- روحی، ا.، ۱۳۷۶. بررسی ترکیب جمعیت زئوپلانکتونهای خلیج گرگان با تاکید بر گروه کوبه پودا و برآورد بیوماس آنها. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴، سال ششم.
- ۹- سبزیزاده، س. خلفه نیل ساز، م. اسکندری، غ. اسماعیلی، ف. ۱۳۸۴. طرح بررسی اکولوژیدریاچه سد دز. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - مرکز تحقیقات آبرزی پروری ماهیان دریایی
- عاشور محمدی، گ.، ۱۳۶۹. طرح توسعه خلیج گرگان توسط کارشناسان جمهوری دمکراتیک خلق کره. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران.
- ۱۰- عقیلی، ک. یلقلی، س. عقیلی نژاد م. تازیکه، ا. قره وی، ب. عقیلی، م. محمدخانی، ح. حامی طبری، ا. کر، ن. درویشی، غ. ایری، ی. ۱۳۸۹. پروژه بررسی امکان پرورش بچه ماهی کپور دریایی در شرایط محصور خلیج گرگان تا سن بلوغ (مولد سازی). موسسه تحقیقات شیلات ایران. (در دست اجرا).
- ۱۱- فرجی، ع.، ۱۳۶۶. کتاب جغرافیای کامل ایران. مرکز نشر ایران. ۱۱۴۷ صفحه.
- ۱۲- قریب خانی، م. و تاتینا، م.، ۱۳۸۷. توان تولید طبیعی رودخانه لوندویلاستار ابراساسجوامعکفزیان. مجله علمی شیلات ایران. سال دوم شماره چهارم.

قربانی، م.، ۱۳۸۵. گزارش نهایی بررسی روند تغییرات کیفی آب مخزن سد مارون و شناسایی عوامل موثر احتمالی در افزایش اتریفیکاسیون مخزن. شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان. شورای تحقیقات سد و نیروگاه.

۱۳- کیابی، ب. عبدلی، اصغر. قائمی، رمضانعلی، ۱۳۷۸. کتاب اکوسیستم های تالابی و رودخانه ای استان گلستان، اداره کل محافظت محیط زیست استان گلستان. ۱۸۲ ص.

۱۴- کیمرام، ف. ۱۳۷۳، شناسایی و بررسی بیولوژیک گاو ماهیان خلیج گرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

۱۵- لالوئی، ف. ۱۳۶۸. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی خلیج گرگان. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۲۰۳ ص.

۱۶- لالوئی، ف. ۱۳۷۲. بررسی هیدروبیولوژیک خلیج گرگان. بولتن علمی شیلات ایران. شماره ۴

۱۷- محمدخانی، ح. پور صوفی، طاهر. بینایی، عبدالوهاب. پیغمبری، سی. زمانی، ع. حسینی، س.، ۱۳۸۴. بررسی بیولوژیک، تعیین پراکنش میگوهای دریای خزر در سواحل استان گلستان. فاز ۱ موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۴۶ ص.

۱۸- مولوی، ح. ۱۳۷۸. ابزارها و روشهای نمونه برداری از رسوبات بستر دریا. فصلنامه علمی محیط زیست شماره ۲۷

۱۹- مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۶. خلیج گرگان، شرکت سهامی شیلات ایران، ۱۱۵ ص.

۲۰- محمد خانی، ح. ربانیه، مهناز. عوفی، ف. پورصوفی، ط. حامی طبری، ا. نگارستان، ح. منصوری، ب. ایری، ی. عقیلی، ک.، ۱۳۸۹. طرح تحقیقاتی بررسی جامع اکولوژیک رودخانه ها و تالابهای مهم حوزه جنوبی دریای خزر فاز دوم، خلیج گرگان، ۱۱۴ ص.

۲۱- نوان مقصودی، م. احمدی، م. کیوان، ا. ۱۳۸۲. بررسی توان تولید بر اساس تنوع و فراوانی کفزیان رودخانه شمرود سیاهکل. مجله علمی شیلات ایران. سال دوازدهم شماره ۲.

22- Carlson, R. E., 1976. A Trophic State Index for lakes, Limnol., and Oceanog. 22: 363-369.

23 - Carlson R.E. and Simpson, J., 1996. Trophic state in a Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. Pp: 7-1-7-20.

24- Wetzel, R.G. and Likens, G.E., 2000. Limnological Analysis. 3rd Edition. Springer-Verlag, New York. 429 pp.

25- Pantle, R. and Buck, H., 1955. Die biologische Ueberwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse gwf 96, 604 P.

26- Valdimir Novetny, F. and Harry, O., 1994. "Water Quality: Prevention of Pollution and Management of Diffuse Environmental Pollution 11.: PP 252- 263.

27- Environmental Protection Agency, 2000. "nutrient criteria technical guidance manual for lakes and reservoirs". Technical report.

28 - Vollenweider RA., J., Kereks (1980). The loading concept as basis for controlling eutrophication philosophy and preliminary results of OECD programme on eutrophication. Prog Water Technol 12:5-38.

29- Kroer, N., 1993. Bacterial growth efficiency on natural dissolved organic matter 36:1282-1290.

- 30- Kemp ,W.M.,Brooks,M.T. and Hood. R.,2001.Nutrient enrichment , habitat variability and trophic transfer efficiency in sample method of plagic ecosystems.233:73-87.
- 31- Sherr,E.,and Sherr, B.,2000. Marine microbes an overview microbial ecology of the oceans .Wiley-Liss Press.

Abstract

Present study carried out between September 2011 and October 2012 in 19 sampling sites in order to investigate the trophy level, productivity, and natural dominant living conditions in the Gorgan Bay.

According to the provided maps from the shoreline, depth, and sediment, the total area and volume of Gorgan Bay is 466 square meters and 905.33 million cubic meters respectively.

Also the physic-chemical parameters including: water temperature, EC, salinity, transparency, DO, BOD₅, pH, Ammonia, Nitrate, Total hardness, Total alkalinity, and phosphate are determined and studies.

3 main phylum, 12 orders, 6 classes, and 12 families from bottom living organisms (macro-benthos) were identified in this region. Standard deviation in TSI was from minimum 37 in March up to maximum 65 in September and the annual average was 53.

According to the average TSI in different months, for five months namely as March, April, June, August, and February the dominant situation was eutrophy. For the rest of months namely as May, September, October, November, December, and January the dominant situation was Meso-trophic in the Bay.

Based on calculation, minimum and maximum productivity in the Bay were 92.26 and 700.66 Kg per hectare in October and July respectively. The annual average of productivity was 195.10 Kg per hectare.

Key words: GorganBay, Trophy level, productivity

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute – Inland Waters Aquatics Resources
Research Center**

Project Title : Study on biological status of the Gorgan Bay

Approved Number: 14-77-12-8918-89200

Author: Hassan Mohamadkhani

Project Researcher : Hassan Mohamadkhani

**Collaborator(s) : A. Hami tabari; T. Porsoufi; S. Shirangi; B. Mansouri; H. Taheri
shahraeeni; H. Piri; R. Porgholam**

Advisor(s): H. Negarestan; R. Ghorbani

Supervisor: -

Location of execution: Golestan province

Date of Beginning: 2011

Period of execution : 2 Years &7 Months

Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute

Date of publishing : 2017

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted
without indicating the Original Reference**

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute - Inland Waters Aquatics
Resources Research Center

Project Title :

Study on biological status of the Gorgan Bay

Project Researcher :

Hassan Mohamadkhani

Register NO.

51307